

ウィーナーの夢 制御と学習

著者	河本 英夫
雑誌名	国際哲学研究
巻	別冊10
ページ	41-54
発行年	2018-03
URL	http://doi.org/10.34428/00009808

ウィーナーの夢

——制御と学習

河本 英夫

ウィーナーは幼少期に、父親から英才教育を受けた。おそらく哲学、歴史、文学に関連する膨大な書物の輪郭を修得していた。この傾向は、軍関係の仕事をしている時期を除き、終生続いていたようである。およそ工学やエンジニアの人材とは異なる履歴を形成している。9歳でハイスクールに入学し、3年後に卒業している。11歳でカレッジに入学し、14歳ですでに数学で学位を取得した。一般に言う「神童」だった。ユダヤ人の父親から徹底的な英才教育を受けたのである。その後ハーバード大学の大学院に入学し動物学を専攻し、後に一時的に哲学を専攻し、数理論理学で博士を授与されている。ウィーナー18歳の時である。

主要な仕事は、システム制御であり、フィードバックを中心とした制御機構を作り出し、それにかかわる科学を「サイバネティクス」と命名した。テクニカルには通信と制御の技術開発である。発端にあったのは、戦時中に使われていた「高射砲」の命中精度がまったくひどいことであり、それを改善するために、取り組んだ課題である。科学も哲学も、いつも時代の子である。これは避けようがない。誰であれ、一生のなかで出会う偶然を制御することはできない。その偶然を最大限活用するかどうか、その人の仕事の成否を決める。それは同時に構想の内部に多くの不整合を残してしまうことを意味する。あらかじめ課題として、完備しているものはない。課題は、そこから何がでてくるかわからないから課題なのである。多くの場合構想の内部に多くの未決定を残しながら、なお進んでみようと思い悩む。それは試行錯誤というよりも、生きていることのあがきに近い。そしてそこには多くの可能性が含まれていることが多い。

ウィーナーの著作は、書きながら思いついたこと、その場その場で関連が見えてきたことを書きつないでしまうような書き方で作られている。論証的に積み上げていくような議論の立て方ではなく、科学的なエッセイストのようなイメージを拡張していく書き方でもない。書きながら関連が思い浮かんだ事実をどんどんと細部まで書き込んでしまう。手編みの繊維が四方、八方に広がるような書き方である。どの著作も多くの事例と伝記的な活

動の履歴に彩られている。

理論構想を行うさいに、ウィーナーは一点突破型の展開をするタイプではない。サイバネティクスという語もアイディアの核が同心円的に広がっていく構想であり、普遍的な原理が多くの領域に応用されていくようなものではない。基礎的な理論が多くの領域に応用され、それぞれの領域で、固有に展開されていくというタイプの科学的理論構想ではないのだ。これに対してニュートン・タイプの科学理論は、基本法則と周辺的应用事例から成るプログラムであり、これがラカトシュによる「探求プログラム」の基本的なモデルになってきた。基本的な法則とそこから派生する应用事例の集合体が探求プログラムである。

だが同心円的な拡張が行われるプログラムは、むしろそのつどぶつかった課題領域で、次々と展開して見せるということに近い。そのため各課題領域で見出したことが、必ずしも整合的ではなく、それでもなお前に進み続けるプログラムである。これを「サイクル型プログラム」と呼んでおきたい。ウィーナーの場合、サイバネティクスという語のもので、理論構想の展開というより、直近の技術的開発と、それとは独立の数学的定式化にこよなく関心があり、そこにおのずと向かってしまう傾向があった。

このことは情報の定式化そのものにも関連している。情報はそれ単独で作動する系ではない。機械もしくは身体とともに作動する一つの指標であり、それを取り出せばエントロピーになぞらえて定式化は可能である。だがそれじたいは「抽出態」である。その意味で情報科学という純粋領域は存在せず、通信の技術的な制御とともに、情報についての理論から導かれる应用分野が、広がってきたのではない。純粋科学とその应用という仕組みは成立していない。技術的進展の系列とは別のところに、指標として情報の定式化が傍らに設定されている、ということに近いのである。

またウィーナーが社会的応用を行うさいに、構想固有の切断面を切り出して見せるわけでもない。サイバネティクスから考察していくと、それまで見えていなかった新たで斬新な局面が見えてくるということではない。ただ別様の説明をあたえたに留まっている部分がほとんどである。また人類史を引き受けるような前人未到の経験のモードが垣間見えて、それによって何か新たな経験の仕方が開発され、活用されるというようなものではない。

ウィーナーは自伝を2冊書いている。これもそれほど面白いわけではない。だが映画になるような人生が、良い人生だとも言えない。人生はまるでホームドラマのように年がら年中騒ぎに満ちているということではないのだろう。波乱万丈の人生が面白いのは、観客にとってだけである。だがウィーナー自身は、終生「自伝」へのこだわりがあった。自画像を描き続ける「絵描き」にどこか似ている。また晩年は小説家への願望もあり、小説を組み立てるさいの主人公の候補まで設定していたようである。この主人公については、別の著作で、辛辣でボロクソに書き、これではとても小説にはならないと思えるような書き方をしている。どうもウィーナーの人間観察では、小説を書くことはおよそ不向きである。

ウィーナーの構想には、いくつかうまく整合化できているのかどうか不明な部分が残されている。そうしたことが起きるのが、サイクル型プログラムの特徴なのである。そのことは通信と制御が、学習や進化や社会的な発展に結びつくというすぐには理解しづらい基本的な態度に表れている。通信上のノイズやコンタミやバグを減らして、安定的に制御できるのであれば、系そのものは「恒常系」(ホメオスタシス)に至るはずである。定常安定系は、それじたいで自己維持する系である。そのことと学習による能力の形成や進化や社会的発展が、すぐには結びつかない。常識的見ればそうである。

自己維持するものが、どのようにして発展するのか。ウィーナーの構想のなかでは、どこかで無理なくつながっているようなのである。そうだとするとウィーナーの構想の中で、いまだうまく語れていない局面があるのか、あるいは科学的な語りのなかに、ウィーナーの夢がこっそりと持ち込まれているのか。その場合、この夢は近似的には実現可能なものなのかどうかという多くの疑問が生じる。そこに含まれていると予想される課題について考えておきたい。

1 エントロピーと情報

ウィーナーのサイバネティクスには、システムの精度を上げ、機能性を向上させるという面が前景に出ている。そこには多くのモードがあり、すでに実現されている高度なシステムのなかにも、そうした制御の働きを見出すことができる。たとえば眼前にあるコップに手を伸ばして掴もうとすると、手を伸ばす方向と速度を調整しながら、コップの手前では速度を落とし、コップと手が強く衝突しないようにしながら、手で物を掴むような態勢に移行しているはずである。このとき手の動きを物との関係で何度も調節しながら制御しているはずである。こうした制御の場面が、サイバネティクスが見出し、さらにさまざまな場面で見出そうとしている事象である。物の知覚が情報を捉え、それによっておのずと身体動作が誘発されるというような知覚と身体行為との関係が問題になっているのではない。むしろそうした知覚—身体行為連動系が成立する場合であっても、その内部で刻々と進行している調整・制御の仕組みが、サイバネティクスの課題となる。この言葉じたいはギリシャ語の「舵手」を意味する語からの造語である。

一般的な意味で考えておかなければならないのは、ウィーナーは当時の物理学の歴史を機械的力学から統計力学への移行だと捉えており、熱力学第二法則を重視していることである。純粋力学の世界は、可逆的で、起きた事象を、時間を逆回しにできるようにして元にもどすことができる。そのためこの世界では新たなことは原理上何も起こらない。それに対して、熱力学第二法則や進化のような事態は非可逆であり、力学にみられるような可逆性がない。非可逆な事象のなかで、エントロピーの法則によって示されているのは、不均

質な状態から均質な状態への移行であり、系内の選択肢の量が時間経過とともに減り、平衡状態では選択肢のなさが極大になる、という事態である。ひととき宇宙もやがて運動が均質となり、もはやそれ以上選択肢がなくなるという「宇宙の死」という言葉が飛び交ったことがある。これに対して進化では、新たな選択肢が増えて、そのまま安定系になり、もはや元に戻ることがないという事象である。これは一般的には自己組織化と呼ばれる。自己組織化は、基本的に系内に新たな変数が出現して、系全体の作動のモードが一段階高次になる場면을指している。ウィーナーが取り上げているのは、ベルクソンによって示された「創造的進化」である。物理学者であれば、ベースを統計力学に置き、そこからどのようにして自己組織化が起きるのか、そのさいに情報がどのように関与するのかが議論の焦点となる。

ウィーナーの思考実験はおおよそ以下のようなものである。基本的にはラプラスの魔のウィーナー版を考えるのである。容器の中で分子がランダムに運動しているとき、この容器には壁があり、壁には一つ穴が開いており、そこに開閉扉が付いているとする。壁によって容器は二つに区分されており、一方の部屋Aから平均以上の速度をもった分子が扉に近づくときと、もう一方の部屋Bから平均以下の速度をもった分子が扉に近づくときには、扉は開き、それ以外の場合には扉は閉じている。これを続けると、Bの部屋には平均速度以上の分子の数が多くなり、Aの部屋には平均速度以下の分子が多くなる。これは分子状態の均質化に逆行するのだからエントロピーの法則に反する事態が起きることになる。この働きを情報が行っていれば、情報は熱力学第二法則に反する事態を引き起こしている。場合によっては、「永久機関」さえ作ることができることになる。そしてウィーナーは、情報にはこうしたことが可能であり、情報とは「負のエントロピー」だと言う。

こうしたことが可能になるためには、いくつかの条件が満たされなければならない。(1)分子運動全体を外から眺めるようなラプラスの魔を設定することはできないので、運動する各分子は、周囲の分子の位置や速度を「認識」するような何らかの認知情報機能を持たなければならない。(2)分子にこうした認知情報機能が備わっているとして、認知情報が分子の運動に実効的に働きかける内的な「情報と分子運動との間の連動」がなければならず、しかもこの連動コストは分子運動に比べて有意にエネルギーコストが小さくなければならない。そうでなければ情報から分子運動に働きかける別建てのエネルギーの流れが用意されなければならないことになる。(3)こうした情報と運動の間のエネルギーコストは、系全体のなかの局所的エネルギー落差からもたらされると考えるのが合理的であり、それは系全体が均質化していない場合である。系全体がエネルギー的にみて、平衡状態からかなり隔たった状態でなければ、局所的なエネルギー落差は生まれない。エントロピーの法則は、系全体についてのマクロ法則であり、局所的にはこの法則はいくつかの偶然が重なれば、破れることになる。

こんなふうに考えていったとき、局所的なエントロピーの減少は、分子の偶然的な集合状態によっても非均質化が起こりうるのだから、必ずしも情報は関与しなくても出現する。偶然に起きる熱力学第二法則の破れが、「ゆらぎ」である。「ゆらぎ」から新たな運動のモードや新たな質料の形態が出現する場合は、自己組織化である。そうすると情報が、どの局面で関与し、どのような関与の仕方をするのかが問いの焦点となる。ところが情報の定式化は、選択肢の度合いで定義され、選択肢の度合いが大きければ情報量は多く、選択肢の度合いが小さければ情報量は少ない。そのため情報は、エントロピーの定式化と類似した形で定式化することができる。つまり情報の定式化とエントロピーはアナロジーの関係にある。

シャノンによって定式化された情報概念とは異なる働きを、「情報」に含ませるのでなければ、情報に物理的な作用性格をもたせることはできない。当初情報の定式化によって想定されていたのは、発信され受信されるメッセージの内容量であり、その物理的な作用性格ではなかった。とすると情報を「負のエントロピー」だとしたとき、これがどの場面働くのかは、やはりそのまま問いとして残ってしまう。どのように言葉を尽くしても、実態としての「負のエントロピー」を想定することはできない。負のエントロピーとは、ある活動のモードもしくはシステムの作動のモードのことであり、局所的に起きる秩序化や形態化に見いだされる特定の運動のモードのことである。

たとえば渦巻や竜巻のような「散逸構造」は、エネルギー流れに晒された状態で出現するが、一定の動的な形態を維持している。散逸構造の出現、維持、発展というように生成史を考えてみると、情報がどこに関与しているのかは、情報の作用性格をどのように考えるかに依存する。ウィーナーの議論を見る限り、たとえば散逸構造の場合、自己維持にかかわる制御に関与している度合いが、もっとも高そうに見える。そうなるとこの作用性格をもつ力学的、工学的な仕組みから、情報を単独で取り出すことは難しい。

情報の数学的な定式化を提示しながら、ウィーナーは別のことを考えていたように思える。制御、調整機能として、情報で指標され、情報を目安にするような仕組みを考案し、それをサイバネティクスだと称していた、というのが実情である。情報そのものは数学的に定式化できる。このとき指標として活用される情報と制御機器は一対一対応をしないので、その隙間では制御機器の新たな開発のアイディアが次々と出され、また情報というキーワードで電気機器や神経系の制御の仕組みを類比的に考えていたというのが、現実に行われたことである。だがそうなると制御を基本としたシステムの安定化、恒常化の仕組みが、どのようにして経験の拡張としての学習や進化につながるのかは、また新たな課題となる。

2 恒常性維持(ホメオスタシス)と学習の組織化

サーモスタットを用いて、室内の温度を一定にすると、自動制御が行われる。これに関与するのがフィードバックである。設定温度以上に室温が上がると、自動的に加熱が抑制されて、温度の低下を引き起こし、しばらくして温度が低下してくると、機械が自動的に作動して温度を上昇させる。生物体内の内科的な制御にも多くの仕組みが見いだされる。19世紀後半のフランスの医師クロード・ベルナールが定式化した「内部環境」とは、恒常性維持の行われる生体環境のことである。体温が上昇すれば、発汗して体温を下げる。血中の糖濃度が下がれば、肝臓のグリコーゲンを分解して血中に糖を供給する。微細な仕組みを含めるとそれらの制御機構は、多くのモードを取り出すことができるが、一般にはフィードバックの仕組みである。このときも情報とは、制御を行うにあたっての目安であり、体温にも血糖値にも個人差があり、一般的に最適な数値があらかじめ決まっているというのではない。むしろ恒常的な作動の維持の結果が、「情報」という事態の成立である。

ウィーナーは「精神疾患」にも多大な関心を寄せていた。神経系の変調や疾患が、同じように恒常性維持の逸脱だと考えれば、同じ仕組みの延長上で考えることができるという応用説明的な記述をおこなうことができると考え、また実際におこなっている。精神医学領域では、制御・調整に各人の記憶領域が関与する。この記憶の領域が、サイバネティクスに固有のフィードバックをもたらず。だがこの手法では、精神医学領域の多くの事柄は語れなくなってしまう。たとえば「感情」は、心のシステムでは相当程度決定的であり、それは機械や情報とはまったく性質の異なる働きである。感情は、強さ、弱さの度合いはあるが、それ単独では量化できない。強さの度合いはあり、量化できない領域は、「強度性」である。そのため感情を情報として扱うことは相当に困難である。

しかも感情の記憶は、情報の想起とは異なる作動の仕方をしている。さらに微妙なのが、痛みの記憶のようなものである。昨日の歯の治療のさいの緊張感や緊迫感は、記憶に残っている。歯の痛みじたいは、治療の結果消えている。昨日以前の歯の痛みの記憶を想起しても、痛みが戻ってくるのではない。だがあの治療風景での緊迫感や緊張感は戻ってきて、その風景の想起とともに、緊張だけがもどってくる。この程度の細かさで語らなければ、症状にうまく届かせることができない。

クレペリンの提示するような統合失調症では、感覚野が変容し、現われそのものが変容してしまうことがある。たとえば特定の緑色のバケツが自分を待ち構えているように感じられ、昨日も一昨日も自分を待ち構えているような感覚的確信が生じて、さらに世界中が変容してしまうようなことが起きる。カフカの『審判』では、ある朝目覚めると逮捕されていて、自分を見張っている者たちがいる、というところから始まる。ヨーゼフ・Kを見張っているのは、おそらくただの通行人である。勤務先の銀行に行くのは自由である。だ

が銀行に行っても、誰かが自分を見張っている。これもおそらく銀行との取引相手である。ヨーゼフ・Kの被注察感が、すでに妄想様の確信に進んでいる。この後、ヨーゼフ・Kは、不当に逮捕されているのだから、その逮捕に対して戦わなければならないと決意する。そして日曜日に町はずれの裁判所にでかけて、誰も聞く人のない大演説をするのである。この後裁判所を出ようとするとき身体に大きな変調がきていて、容易には建物の外に出ることができない。このあたりからヨーゼフ・Kはもう元に戻ることができず、この病態は進行し、いずれは強制入院(措置入院)か死かという予感がただようようになる。

こうした感覚野の変化は、物の見方が変わるというようなことではない。見方が変わるのであれば、元に戻せば済むことである。一般に現われは、動作や歩行のように非宣言記憶領域で作動していて、情報処理のミスではない。身体動作とともに成立している事象を、情報に落とし込むことは相当に難しい。そうすると精神医学領域に、サイバネティクスを適用しようすると、大幅な拡張が必要となる。

学習の場面でも、フィードバックに固有のものが組み込まれる。それが未来予期を含んだフィードバックである。未来で起きそうなことを予測して、それに対応するところから、学習能力が生まれるとウィーナーは考えているようである。しかし予測される範囲は、過去の経験に依存するので、この過去の経験の範囲内で予測が行われ対応するというのであれば、事前の想定に合わせて対応がなされることに留まるはずである。問題は事前の想定になかったことに直面した場合であり、そのときどのように対応するかが、経験の拡張の幅を決めていると思われる。そしてこうした場面をうまく活用できれば、学習が向上し、それができなければ従来通りということに落ち着くはずである。つまり新たに直面した事態に対して、回避、忌避、やりすごし等々の行動をいくらでも取れることになる。

そうだとすると学習(経験の拡張)が起きるためには、もう少し詳細な規定が必要となる。ウィーナーは、プログラムという点で考えようとしていた。

チェスの手の評価は、各局面でそれぞれ異ならなければならない。終盤と中盤では、最も考慮すべき問題点がまったくちがう。さらに序盤では、攻撃にも、防御にも、駒が動きやすい場所をとるようにすることが、中盤におけるよりもずっと大事である。このようなわけだから、それぞれの重み係数をゲーム全体を通じて同じにするようなことでは、とうてい満足できない。学習過程はそれぞれの局面に応じて分けて考えなければならない。そのくらいにしてはじめて名人のチェスを指す学習機械を実現することができる。

1 階のプログラミング(first-order programming)は、ある場合には線形である。それを実行する方針を決める 2 階のプログラミングは過去の知識をもっとずっと広範囲に利用する。

(『サイバネティクス』 320—321)

プログラムは、個々の手順に示されるが、それを運用したり、運用の選択・決定を行うプログラムは、それじたいでは盤面に直接現れてはこない。ゲームの同一局面でも異なる手を選ぶことができる以上、手の選択を決めているプログラムが存在する。それが2階のプログラミングである。学習が及ぶのはこの2階のプログラミングであり、しかも「負け」からどのように学ぶかが決め手である。訂正・修正のプロセスがうまく組み込めなければ、何度も同じ負け方をする。うまく行かないときにどのように選択肢を広げていくかが、学習の幅を決めている。そして(1)拡張された選択肢のなかでの選択の実行と、(2)その集合の再編・再組織化と、(3)新たにはじめて行う選択のその次のプロセスへの予期(読み)が、プログラムの更新には必要となる。おそらく最も重要なのは、拡張された集合の再編・再組織化であるが、それは選択肢の集合の拡張の度合いと、その後の読みに連動しながら行われる。

学習にみられる経験の拡張は、ある意味では「試行錯誤」の連続である。この試行錯誤そのものを実行するプログラムが存在すれば、3階のプログラミングとなる。かりに機械がこれを獲得すると、それじたいで「学習する機械」となる。この3階のプログラミングは、示唆的にしか述べることができない。ベイトソンが知能の進化で描いた「第三段階」や、オートポイエーシスの定式化に意図せず含まれたプログラミングがそれらに相当する。

ベイトソンの議論のなかに、学習レベルの構想がある。本人は階層的に学習能力の形成だとみなしていた議論である。これは形成される能力が順次別種になるような仕組みになっていて、実は学習理論ではない。むしろ生命の基本的論理に届かせようとしている。ここでは四種の学習能力が挙げられている。情報に対する反応が一定している場合が、「ゼロ学習」と呼ばれ、繰り返しあたえられる刺激に対して、精確に正しい反応をする場合や、慣れとともにある刺激に対しては反応しなくなり、反応パターンの内容にほとんど経験が関与しない場合のように、機械的な定型パターンの形成になる場面である。

これに対して、学習Ⅰとは、同一選択肢集合のなかで、選択されるメンバーが変更されるプロセスである。これには慣れにともない出来事の繰り返しのに対して反応していたものが、徐々に反応しなくなる場合や、あるいはパブロフの犬のように餌の現物ではなくブザー音に反応するようになる場面であり、パターン化そのものの形成である。

またさらに学習Ⅱとは、選択肢の集合じたいが変更されていくプロセスである。あるいは刺激に対する経験の仕方そのものの変更のような場合である。ここには過去の経験と記憶の選択的関与があり、学習Ⅱではパターンの選択が出現する。たとえば犬がブザー音に代えて鈴の音が聞こえてきたとき、それにどう反応するかというような場面での選択を介した学習である。この選択を含んで行動を決めていく場面では、実はさまざまな問題が生じる。つまり既存の習慣的な学習パターンを部分的に破壊していくのだから、どのように振る舞えばよいのかが分からず、学習状況からの撤退、退行、自己破壊のような、それじ

たいはもはや学習行動ではないが、その周辺に付帯し、さらに大規模な行動が起こる。そのなかに神経症性の反応や統合失調症性の反応も出てくるというのが、バイトソンの言い分である。

さらに学習 III では、その選択が自分自身の経験にもおよび、経験そのものを組み替えて対処するような場面である。そしてそこで生じる経験の自在さは、選択的行為の範囲を超えてしまう。たとえば鈴の音に反応すれば、どうなるかの洞察を形成するような場面であり、場合によっては鈴の音に反応する反応しないにかかわらず、鈴の音を直感的に別様に受け取るような場面である。ここでは選択的行動がもはや解除され、肯定とも否定とも異なる別様の行動を実行することである。この延長上にさらに、論理的には学習 IV も設定できるとされている。ここでは論理的推測として学習 III とはまったく異なる経験を指定することであり、バイトソンは地球上の生命体では起こらないだろうと予測している。

ここでの議論の立て方は、学習、学習の学習という学習の反復的な高度化であり、直前の学習をさらに再組織化するのだから、階層的に学習能力が高まるとことになる。ところが学習 III では、学習というよりは無垢の自然状態に近づくという事態が生じる。本能に近い直感で、すでに当該の事態に対処してしまうというのである。とするとこれはもはや通常の学習ではなく、一般に学習でさえない。こうしたことは東洋の禅僧や神秘家に起こるようなものとバイトソンは言うのである。学習の階層化の延長上に階層そのものが消滅してしまう。選択的行動を組織化する学習行為の高度化にあって、もはや選択さえしない場面であり、学習の高度化にあって、学習そのものの消滅が起きるのである。こうした議論の立て方は、バイトソンに固有のものであり、著作の多くの場面で活用されている。

確かに、学習の最後の局面は、「学習そのものの消滅」であり、学習の延長上には到達されないある種の決定的な経験の自在さの水準である。3 階のプログラミングは、おそらくこうした示唆的な設定でしか示すことができない。というのもプログラムそのものを組織化し改変するプログラムは、もはや実定的なプログラムではないからである。ウィーナーはこうした示唆を含む議論に進むというよりは、短期的な機械の改良に関心があった。夢を抱えながら、いつも眼前の技術的な改良に注意が向く人だった。

3 自己増殖する機械

オートマトンは、自動機械の総称である。これはウィーナーだけではなく誰にとっても夢である。ことにそれじたいで増殖する系は、最高の夢である。増殖する系の基本的なイメージは、ウイルスとコピー機で想定できる。インフルエンザに代表されるウイルスは、細胞に押し入って、細胞の増幅器を利用して自己増幅する。ウイルス本体は、ほとんどが DNA だが、それじたいは増幅装置をもっていない。他の増幅する機械に侵入して、こっそ

りと増幅していく。こうしたウイルスの挙動は、そもそも細胞の作りから起きている。細胞のような代謝の仕組みを備えた物体に、遺伝系がこっそりと入り込み、細胞は当初それを餌として活用していたはずである。DNA は硬く分解しにくいので、餌としては不味かったと思われる。代謝系の増幅は、図体が大きくなって、やがては割れることである。当初は割れて増幅していた。こうした代謝から成る増幅系は、取り込んだ DNA を含めた機能系をどこかで再編・再組織化し、DNA を増幅系の情報機能として活用するようになった、というのがリン＝マーズの言う「共生説」である。代謝系としての細胞は、外から餌を取り入れる以上、ウイルスも取り込む。そのときウイルスは細胞の代謝系・複製系を活用して、増殖し、そして細胞の外に放り出される。これが冬場に蔓延するとインフルエンザ・ウイルスとなる。侵入したウイルスが、細胞に害を与えるのであれば、この細胞とウイルスとの関係は寄生であり、細胞にとっても利益になっているのであれば共生である。

またコピー機は、同じ書面を際限なく作り出すことができるが、機械そのものは複写・転写を行っているだけで、作り出したものが、同じかどうか判別することもない。ということは、コピー機はそれじたいでは何を行っているかまったくわからず、ただ同じ書面を作り出しているだけである。同じかどうかを判別しているのは、機械の外の観察者である。

ドーキンスに「利己的遺伝子」という議論がある。ある局面を可能な限り肥大させた構想でとても魅力がある。人間個体は、遺伝子の乗り物であり、遺伝子は自分が生き延びていくために、この個体を可能な限り有効に活用し、自分自身が生き延びるのに最も有効な戦略を立てていく。というもある個体以前にはこの遺伝子はパートナーを代えて別の個体で生存していたのであり、また今の個体の途中で、別の個体にパートナーを代えて乗り移り、そこでも生き延びようとしている。遺伝子は、ただ自分自身が生き延びることをひたすら行っているだけであり、個体とはそのために有効活用する乗り物に過ぎないのである。たとえば個体は 80 年程度で一生を終える。それに対して遺伝子はパートナーを代えながら、延々と生き延びようとしている。個体には、基本的には 4 つのモードの情報系がある。遺伝情報、神経系情報(ここに認知情報が含まれる)、体細胞情報、免疫情報である。

個体は遺伝情報だけで生きていけるわけではないが、遺伝情報の決定範囲は相当に広い。そのため遺伝情報が、個体を乗り物として、みずからの生存のために個体を有効に活用するという話も、無理を承知で展開可能なのである。

遺伝子は自己複製する。この自己複製を、遺伝情報がすべて賄っているのであれば、情報の自己複製ということになる。だが情報は単独では作動できないので、「情報の自己複製」は、起きている事態のなかから観察者によって過度に情報が際立つように切り取られたものである。そこには遺伝子操作にみられるように、ゲノムそのものの代替が可能であるという事情もある。代謝系と遺伝系は、当初より独立の系として作られているのだから、む

しろ当然でもある。代謝系と遺伝系は、マンフレード・アイゲンの言うように「ハイパーサイクル」(カップリング)であって、遺伝系がハイパーサイクルを決定しているのではない。ただしこのサイクルの作動を指標しようとすると、「情報の自己複製」で切り取るととても分かりやすい、ということなのである。

これだけの下準備をしたうえで、ウィーナーの「自己増殖する機械」の議論を見てみる。ウィーナーは、「機械」を、入力を受けて、変換して出力を出す装置として設定する。この変換のモードが「線形」であったり、「非線形」であったりする。そこで自己増殖する機械について考察している。

鶏は卵がつぎの卵をつくるための方法にすぎないという名言で表現された世代交代を連想させる。羊の肝臓に寄生している肝ジストマは、ある種の淡水産巻貝に寄生する生物の別の位相にすぎない。同様に、機械はそれ自体の通報を発生させ、その通報はもとの機械と相似の別の機械を発生させることができる。

このアイディアは以前にも述べたものである——人間というものを電信機によって送ることも可能なのである。

(『科学と神』 p39)

人間を電信機で送ることも可能という事態をどのように考えていたのかの詳細は、不明である。(1)すべての物質的、質料的な挙動や運動を指示し、作動させるプログラムをデータ化する。(2)そのデータを送信する。(3)そのデータにしたがって受け手の場所で、データの指示どおりに作動する物質や質料を用意する。(4)その質料的な場所にデータを関与させる。この程度の手続きにも、情報とは異なる多くの手続きが必要である。

ここにはいくつもの段階がある。第一に、情報がそれとして作動するための質料を集めてくる段階である。この集めるというオペレーションを行う段階で、情報はその指令を実行する情報以外の何かを必要としている。ということはこの質料の収集において、情報ははじめて「現実的な情報」となっていく。現実性のなかで情報が出現する段階である。第二に、こうして集められた質料は、次の機会にも同じように情報を作動させることができるという「反復可能性」を獲得するでなければ、そのつど情報の複製や作動は、一から開始していかなければならない。情報作動に適合的な、いわば「型」と呼ぶべきものが形成されなければならない。この型の形成そのものも、そこで作動する情報だけから行われるというように、情報の働きがどこかで前提されなければならない。この型は、コンピューターで言えば、OS に相当する。このとき情報は、型に対して自由度を獲得し、型に対して同型の作動ができるのであれば、情報の表記はさまざまなモードでありうることになる。これによって情報はそれとして自立化する。第三にひとたび型が作られても、型の自己複

製を情報が指示し、実行できるのでなければ、やがて型そのものが耐用年数に近づいたときに、立ち往生することになる。情報のなかに、それを情報として成立させている型そのものを修復し、さらに型を複製するだけのモードやプログラムが出現してこなければならない。そしていまのところここまで実行できる情報は存在せず、またどのようにすればそこに到達できるのかのメドが立っているわけでもない。

オートマトンについては、ノイマンによる古典的な検討がある。かりに自己複製ということで、自己複製するマシンの一部を複製するにとどまるのであれば、マシンの複製はつねに複雑さの縮小するプロセスとなる。これでは縮小再生産である。こうなれば進化の全域がごっそりと落ちてしまう。またチューリング・マシンで複製を行わせようすると、複製すべき情報と、それを読み取り、さらに同型に書き込む手続きについての情報が必要となる。そうした情報が、完結したワンパッケージの情報になるのかどうか不明である。かりにこの情報の複製が、有限のプロセスで完結しないのであれば、複製はどこまで行っても終わらない。それは情報複製のプロセスが際限なく続くということではなく、1回の複製さえ区切りがなく、どこで複製がなされたのかを区分できないことになる。

そこでノイマンが発案したのは、オートマトンの機能分割である。ここでのオートマトンは自動的に動くマシンの総称である。こうした自動機械の作動に、自己複製機能を持たせるための仕組みを考えようとしている。それは自己複製を、複数の機能系だと考えることに対応している。およそ以下のような議論を行っている。オートマトンAを、情報複製の本体だと考える。この本体は、他のすべてのオートマトンの記述をあたえることができるような機能として設定する。このオートマトンは、情報の指示機能を持ち、文字Iによって指標される。多くの文字が浮かび、流れ出ていくような貯蔵体のような場所で、なんらかの情報の「構成」が行われる。そのとき問題になるのは、「ある指示I」が「あるオートマトン」に、余分な説明を一切加えることなく、どのように挿入されるかである。オートマトンBは、指示Iのコピーを作ることができる。オートマトンBは、情報の複製機である。しかも自分自身よりもより大きく、より複雑な情報を作り出すことができると設定する。これはオートマトンの進化を組み込むためには不可欠だが、オートマトンBは単純なコピー機ではないことになる。ここにさらに制御オートマトンCを付け足す。いま指示IをもつオートマトンAが、オートマトンCによって動かされて、ある別のオートマトンを形成する。オートマトンCは、さらにオートマトンBに働きかけて、情報の複製を行わせる。この複製された情報をオートマトンAによって作り出された別のオートマトンに挿入する。その後、オートマトンCは、機能系A+B+Cから離れて分離され、単独の実体となる。この機能系をDだと表示する。

こんなふうに組み立てておくと、オートマトンDは、AとBを使って指示Iを作り、それを再度Aそのものに挿入して、あらたなオートマトンEが出来上がることになる。

仕組みじたいは、アイゲンらの発案した機能複合体である「ハイパーサイクル」に近い。それを可能な限り、論理系に照らして述べたものである。地球上の生命体では、オートマトン A は、タンパク質-RNA 系であり、情報的な指示が形成される場所でもある。オートマトン B は、DNA に近く設定されている。純粋に複製系である。オートマトン C は、機能指示 DNA であり、作動を開始させたり止めたりする機能を担う。こうした機能分割を行うと、やはり「挿入」という働きが要になっていることがわかる。情報としては、別の機能系に指示や情報内容の伝達と機能化を実行させなければならない。それが「挿入」というタームの内実である。ところが挿入が実行できるためには、オートマトン A が、オートマトン B によって複製された情報に「適合的である」ということが大前提になる。というのもオートマトン B は、自分自身よりも大きな情報を作り出すからである。地球上の生命体では、この挿入を行っているのが、RNA もしくは RNA-タンパク複合体である。この RNA に相当する機能は、オートマトン C になると思われるが、これが情報として機能するのであれば、再度オートマトン C には情報を作動させる場所の機能が必要となり、また情報適合性を判別する機能も必要となる。ノイマンの論文では、実際のところオートマトン C に多くの働きが担わされすぎている。この論文は一つの可能性を示唆したというのが実情であり、論理的な可能性の一つを示していることは事実である。ウィーナーもこの論文を読み、おそらくそう考えていた。だが半世紀以上経っても、これは現在なおウィーナーの夢なのである。

参考文献(書誌的事項を含む)

ウィーナー『科学と神』(鎮目恭夫訳、みすず書房、1965 年) 原典は 1964 年

ウィーナー『サイバネティクス 第二版』(池原止戈夫他訳、岩波文庫、2011 年) 原典 1961 年、第二部(学習する機械、脳波と自己組織系)が加筆されている。

ウィーナー『サイバネティクスはいかにして生まれたか』(鎮目恭夫訳、みすず書房、1956 年) 原典は 1956 年。2 冊目の自伝。

ウィーナー『神童から俗人へ』(鎮目恭夫訳、みすず書房、1983 年) 原典は 1953 年。最初の自伝。

ウィーナー『人間機械論——人間の人間的な利用 第 2 版』(鎮目恭夫他訳、みすず書房、1979 年) 原典は 1954 年だが、第 1 版(池原止戈夫訳、みすず書房、1954 年)とは目次も議論の内容もかなり変更がある。

ウィーナー『発明』(鎮目恭夫訳、みすず書房、1994 年) 原典は 1993 年だが、実際に原稿が書かれたのは 1953 年もしくは 1994 年であり、保管庫に保存されていた文書が 40 年後にはじめて公開された。

アイゲン、シュスター「ハイパーサイクル」(廣野喜幸訳) 『現代思想』(1992 年、8 月)

情報、身体、ネットワーク—21世紀の情報理解に向けて—

シャノン『通信の数学的理論』(植松友彦訳、ちくま学芸文庫、2009年)

高岡詠子『シャノンの情報理論入門』(講談社ブルーバックス、2012年)

ドーキンス『利己的な遺伝子』(日高敏隆・岸由二・羽田節子・垂水雄二訳、紀伊国屋書店、1992年)

ベイトソン『精神と自然——生きた世界の認識論』(佐藤良明訳、思索社、1982年、改訂版、新思索社 2001年、普及版、新思索社 2006年)

マーグリズ、ドリオン・セーガン『性の起源』(長野敬訳、青土社、1995)

Von Neumann, “The General and logical Theory of Automata”: *Cerebral Mechanisms in Behavior*,—The Hixton Symposium, pp.1-31 (ed. By L.A. Jeffress), Newyork, 1951